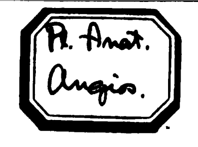

MH
246
B63
Digitized by Google



Beiträge
zur
vergleichenden Anatomie der Gentianaceen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Willy Bötticher
aus Spremberg i. L.

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Mai 1895.

Erlangen.
K. b. Hofbuchdruckerei von Aug. Vollrath.
1895.

Ward fund

Seinen lieben Eltern

in

Dankbarkeit gewidmet

der Verfasser.

Professor Radlkofer hat vor Jahren durch seine Abhandlung: „Über die anatomische Methode in der botanischen Systematik“ auf die hohe Bedeutung der Anatomie für die vorläufig nur nach morphologischen Verhältnissen geordnete Systematik hingewiesen. Er hat durch überraschende Resultate — ich weise nur auf Serjanea hin — gezeigt, dass die anatomische Methode im stande ist, systematische Fragen zu lösen, welche ohne dieselbe niemals hätten aufgeklärt werden können.

Vor ihm hatten schon Theodor Hartig[1]) und Sanio[2]) sich mit anatomischen Studien beschäftigt.

Ersterer glaubte, dass eine genaue Kenntnis der Holz- und Rindenanatomie die damaligen „aus Äusserlichkeiten“ abgeleiteten Systeme verdrängen könne, während letzterer durch anatomische Studien des Holzkörpers von nahe an 200 Arten völlig überzeugt ist, dass die Anatomie des Holzes wie die vergleichende Anatomie überhaupt die Systematik fördern kann.

Im Laufe der letzten Jahre nun sind eine ganze Reihe grösserer Abhandlungen erschienen, welche sämtlich die Verwertung der Anatomie in der Systematik zu beweisen suchen. Von diesen besonders hervorgehoben zu werden, verdient die Arbeit von Solereder: „Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen.“ Verfasser derselben beschäftigt sich mit der Frage: Finden sich im allgemeinen

---

[1]) Botanische Zeitung 1859, p. 107.

[2]) Botanische Zeitung 1863.

in der Struktur des Holzes charakteristische anatomische Merkmale, welche für einen grösseren oder kleineren Verwandtschaftskreis konstant sind? und beantwortete dieselbe dahin, „dass die Anatomie des Holzes für bestimmte Familien, Triben, Gattungen und Arten wertvolle Charaktere liefert.

Nur der bekannte französische Botaniker Vesque[1]) hält die anatomische Beschaffenheit des Holzes für allzu abhängig von physiologischen Verhältnissen und bezweifelte deren Beziehung zur Systematik.

Über die Familie der Gentianaceen liegt eine zusammenhängende anatomische Untersuchung bis jetzt noch nicht vor. Auf Vorschlag meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Reess, habe ich mich mit der Anatomie derselben beschäftigt und bei Bearbeitung dieses Themas folgende Frage zu lösen versucht:

Lassen sich für die ganze Familie, die einzelnen Gattungen und Arten der Gentianaceen charakterische anatomische Merkmale aufstellen, und welches sind diese?

Das Pflanzenmaterial wurde mir in liebenswürdigster Weise aus den botanischen Instituten zu Rostock, Leipzig, Jena, Erlangen, München, Innsbruck, Wien und Genf zur Verfügung gestellt; ich erhielt ca. 25 Gattungen und 80 Arten.

Die Litteratur sammelte ich aus den Werken von:

Meyer, Drogenkunde.
Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen.
Vesque, Anatomie comparée de l'ecorce.
Möller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes.

---

[1]) Les tissus d. végét. appliqu. à la classific.

Weiss, Das markständige Bündelsystem einiger Dikotyledonen in seiner Beziehung zu den Blattspuren.

Petersen, Über das Auftreten bikollateraler Gefässbündel in verschiedenen Pflanzenfamilien und über den Wert derselben für die Systematik.

Tschirsch, Pflanzenanatomie.

Wagner, Zur Kenntnis des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung (Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien).

Heinrichen, Über isolateralen Blattbau.

Stahl, Über den Einfluss des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

Eberdt, Über den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter (Sitzungsbericht der naturforschende Gesellschaft zu Bern).

Da ein grosser Teil des Materials, welches zu meiner Verfügung stand, dem Herbarium entstammte, konnte ich auf eine Untersuchung des Phloemteiles in vielen Fällen nicht eingehen, da derselbe durch den jahrelangen Druck bei den einzelnen Exemplaren nur noch in seinen Umrissen zu erkennen war. Ebenso sei an dieser Stelle erwähnt, dass mir von manchen Gattungen und Arten die Anatomie der Wurzel fehlt; es wurden bei der Arbeit hauptsächlich die Achsenorgane, Stamm und Blatt berücksichtigt.

In dem neuesten systematischen Werke, dem Pflanzenatlas von Engler und Prantl, ist die Familie der Gentianaceen noch nicht bearbeitet worden; bei meiner Abhandlung habe ich mich daher nach dem System von Bentham und Hooker gerichtet und nach demselben folgende Triben und Gattungen untersucht:

Tribus I: Exaceae.

Exacum.

Sebaea.

Tribus II: Chironeae.

Chironia.

Enicostema (Hippion).

Curtia (Schubleria).
Chlora.
Erythraea.
Sabbatia.
Ixanthus.
Dejanira.
Cicendia.
Canscora.
Schultesia.
Coutoubea.
Lisianthus.

Tribus III: Swertieae.

Gentiana.
Pleurogyne (Lomatogonium Braun).
Swertia.
Ophelia.
Halenia.
Bartonia (Centaurella Mich.)

Tribus IV: Menyantheae.

Menyanthus.
Villarsia.
Limnanthemum.

Allgemeiner Teil.

Anatomie des Blattes.

Die **Cuticula** bildet den kontinuierlichen Überzug über alle Blätter. In den meisten Fällen ist sie in Form eines dünnen, zarten Häutchens vorhanden und verläuft gerade. Nur bei einigen Arten von Gentiana, den Gattungen Hippion, Erythraea, Exacum tritt sie entweder zackig oder gewellt hervor.

Bei Chlora perfoliata war die Cuticula des Blattes mit einem Wachsüberzug von körniger Struktur versehen, weshalb die Blätter in frischem Zustande weiss bereift erschienen.

Haarbildungen fand ich bei keiner der untersuchten Gentianaceen und dürfte dies ein charakteristisches Merkmal für die ganze Familie bilden: **Die Blätter aller Gentianaceen sind kahl und unbehaart.**

Die Blattepidermis ist stets einschichtig.

Die Zellen derselben weisen hinsichtlich Form und Grösse in den meisten Fällen so wesentliche Verschiedenheiten auf, dass es unmöglich erscheint, hier feste Beziehungen ausfindig zu machen. Fand ich doch nicht selten, dass bei engverwandten Arten die extremsten Formen, welche die Oberhautzellen überhaupt annehmen, sich vorfanden. Erwähnt sei höchstens, dass im allgemeinen die gebuchtete Form der Zellen vorherrschend war und dass vielfach kollenchymatische Verdickungen der Aussen- wie der Innenwand zu bemerken waren, die besonders charakteristisch am Blattrand hervortraten.

Die **Spaltöffnungen stehen bei allen Gentianaceen der Blattnervatur entsprechend zerstreut.** In den weitaus meisten Fällen liegen sie im Niveau der Epidermis. Ausnahmen, bei denen sie entweder halbmondförmig erhaben oder grubenförmig vertieft sich vorfinden, bilden einige Arten von Gentiana, die Gattungen Halenia und Chironia (linoides).

Die die Spaltöffnungen begleitenden Nebenzellen waren mit sehr wenig Ausnahmen — Villarsia — besonders gestaltet und zwar waren deren von 1—6 vorhanden.

Hinsichtlich der Verteilung auf Ober- und Unterseite des Blattes mag nachfolgende Tabelle entsprechende Übersicht gewähren.

Sp. nur auf der Oberseite vorhanden.	Sp. auf der Oberseite reichlicher als auf der Unterseite.	Sp. auf der Unterseite reichlicher als auf der Oberseite.	Sp. auf Ober- und Unterseite gleichmässig verteilt.
Limnanthemum.	Villarsia.	Menyanthes.	Erythraea capitata.
		Halenia.	Swertia.
		Chironia.	Chlora.
		Schubleria.	
		Lisianthus.	Ophelia.
		Cicendia.	
		Exacum.	Canscora.
		Lomatogonium.	
		Sebaea.	Gentiana verna.
		Sabbatia.	
		Schultesia.	„ angustifolia.
		Hippion.	
		Coutoubea.	„ lutea.
		Dejanira	
		Ixanthus.	„ alpina.
		Erythraea.	
		Gentiana acaulis.	„ germanica.
		„ Kochiana.	
		„ tibetica.	
		„ cruciata.	
		„ Fetisowi.	
		„ pannonica.	
		„ phlogifolia.	
		„ septemfida.	
		„ marcophylla.	
		„ Clusii.	
		„ adscendens.	
		„ asclepiadea.	
		„ brevidens.	
		„ pneumonanthe.	
		„ caucasica.	
		„ purpurea.	

Assimilationsgewebe.

Von Autoren ist bereits verschiedentlich festgestellt worden, dass die Bildung des Assimilationsgewebes vollständig abhängig ist von äusseren Lebensbedingungen und dass demzufolge der Ausbildung derselben eine hohe systematische Bedeutung nicht beigemessen werden kann.

Besonders Heinricher[1]), Stahl[2]) und Wagner[3]) haben sich mit diesen Arbeiten beschäftigt und seien deren Ansichten — da sie vielfach Gentianaceen als Versuchsobjekte verwendeten — an dieser Stelle erwähnt.

Wagner — Gentiana bavarica und verna wurden von ihm in dieser Hinsicht untersucht — stellt fest, dass bei ein und derselben Pflanze an hohen Standorten (volle Besonnung vorausgesetzt) das Assimilationsgewebe eine entschiedene, oft erhebliche Förderung erfährt gegenüber seiner Ausbildung in der Niederung, ja, dass der Unterschied soweit gehen kann, dass Blätter einer Pflanze in der Ebene mit, in der Höhe ohne Pallisaden vorkommen.

Stahl behauptet in seiner Abhandlung, dass die Struktur der Laubblätter vieler Pflanzen je nach dem sonnigen oder schattigen Standorte, welchem sie entnommen sind, sehr erhebliche Verschiedenheiten in der Bildung des Assimilationsgewebes aufweisen. Ausser durch ihre Grösse zeichnen sich nach seiner Meinung die Schattenblätter durch zartere Textur aus, und die Dicke des Blattes beträgt häufig kaum $^1/_3$ des Sonnenblattes. Auch die relative Mächtigkeit der Pallisaden und des Schwammparenchyms

---

[1]) Heinricher: Über isolateralen Blattbau.

[2]) Stahl: Über den Einfluss des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

[3]) Wagner: Zur Kenntnis des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischen Bedeutung.

werden nach seiner Ansicht vom Standort verändert, indem, während beim Sonnenblatt eine oder mehrere Schichten äusserst enger und gestreckter Pallisaden an die obere Epidermis grenzen, beim Schattenblatt einzig die Zellen der obersten an die Epidermis grenzenden Zellschicht eine sich an die Pallisaden annähernde Form zeigen."

Nach meinen Untersuchungsergebnissen kann ich mich den Ansichten der erwähnten Botaniker in jeder Hinsicht anschliessen. Fand ich doch z. B. bei engverwandten Arten der Gattung Gentiana die einen mit, die anderen ohne Pallisaden ausgebildet und wieder andere in einer Übergangsform vom ersten zum zweiten Typus begriffen.

Bei der ganzen Familie zeigte im allgemeinen das Assimilationsgewebe drei verschiedene Formationen:

I. Es zeigt dorsiventralen Bau: Nach der Oberseite zu sind ein, zwei oder drei Reihen Pallisaden gelegen, deren Zellen verschieden länger als breit sind, teils parallele, teils schiefe Seitenwände haben, sodass sie entweder ohne oder mit Interstitien aneinanderschliessen. Nach der Unterseite zu ist ein von mehr oder minder grossen Intercellularräumen durchsetztes Parenchymgewebe gelegen — Schwammparenchym genannt —, dessen Zellen bald rund, bald oval, bald armartig verlängert sind.

II. Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau: es besteht aus mehreren Reihen gleichgrosser runder bis ovaler Reihen, die teilweise kleinere Zwischenräume umschliessen und in der Menge des Chlorophylls wesentliche Unterschiede nicht zeigen.

III. Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform vom ersten zum zweiten Typus. Die Pallisaden sowohl wie das Schwammparenchym sind nicht in ihrer eigentlichen charakteristischen Gestalt ausgebildet, sondern ihre Charaktere finden sich nur in Umrissen angedeutet.

In nachstehender Übersicht habe ich versucht, alle untersuchten Gentianaceen in die drei vorbeschriebenen Typen zu gliedern. Dass eine genaue Durchführung einer solchen Einteilung nicht möglich ist, ist wohl selbstverständlich, indem ich es nicht selten mit Formen zu thun hatte, welche ebenso richtig in die der angenommenen Rubriken untergebracht werden konnte, wie in die andere und dass folgende Tabelle nur den Wert einer annähernden Übersichtlichkeit hat.

Dorsiventrale Form.	Centrische Form.	Übergangsform.
Limnanthemum.	Halenia	Chlora.
Menyanthes.	Lomatogonium.	Erythraea.
Villarsia.	Sabbatia.	Exacum.
Chironia.	Swertia.	Ixanthus.
Coutoubea.	Ophelia.	Dejanira.
Cicendia.	Hippion.	Lisianthus.
Schubleria.	Schultesia.	Halenia.
Gentiana acaulis.	Sebaea.	Gentiana alpina.
„ Kochiana.	Canscora.	Gentiana caucatica.
„ verna.	Gentiana bavarica.	
„ tibetica.	„ asclepiadea.	
„ cruciata.	„ amarella.	
„ Fetisowi.	„ austriaca.	
„ angustifolia.		
„ pannonica.		
„ phlogifolia.		
„ septemfida.		
„ Clusii.		
„ adscendens.		
„ brevidens Rgl.		
„ pneumonanthe.		
„ Walnievwi.		
„ germanica.		

Charakteristisch für die ganze Familie ist das Fehlen von Krystallgebilden im Assimilationsgewebe der Blätter.

Gefässe.

Die Fibrovasalstränge des Blattes machen die Nervatur desselben aus.

Den Hauptnerv fand ich entweder in das Assimilationsgewebe eingebettet — wie bei Limnanthemum, Menyanthes, Villarsia, Chlora, Chironia, Ophelia, Hippion, Sabbatia, Lomatogonium — oder infolge weitlumiger, aber vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Die Gefässbündel des Blattes aller Gentianaceen haben bikollaterale Anordnung. Der Phloemteil liegt stets an der Innen- und Aussenseite des Xylems. Die Gefässbündel dritter und vierter Ordnung sind meist rudimentär ausgebildet, indem der Phloemteil stark reduciert ist.

Die Gefässbündel der Menyantheen sind je von einer eigenen Parenchymscheide umgeben, d. h. einer Reihe dünnwandiger, gleichmässig gebauter parenchymatischer Zellen.

Anatomie des Stengels.

Bereits Petersen hat in seiner Abhandlung: „Über das Auftreten bikollateraler Gefässbündel in verschiedenen Pflanzenfamilien“ darauf aufmerksam gemacht, dass die zu den Gentianaceen gehörigen Wasserpflanzen: Menyanthes, Limnanthemum und Villarsia eine separate Stellung einnehmen. Aus diesem Grunde halte ich es für angebracht, die Anatomie des Stengels sowohl wie der Wurzel dieser nach Bentham und Hooker die Tribus der Menyantheen ausnehmenden Gattungen an dieser Stelle besonders abzuhandeln.

A. Anatomie der Menyantheen.

Stengel.

Die Epidermiszellen weisen nach Form und Grösse wesentliche Verschiedenheiten auf; in der Regel fand ich sie englumig, nach aussen verdickt, nach aussen und innen schwach gebuchtet. Die Radialwände waren meist gerade.

Das Rindengewebe bestand aus einem von weiten Intercellularräumen durchsetzten parenchymatischen Gewebe, — von Tschirsch Leitparenchym genannt — an dessen Aussenseite sich bei Menyanthes und Limnanthemum mehrere Schichten kollenchymatisch verdickter Zellen befanden. In dem Leitparenchym fand ich bei Menyanthes kleinere Gefässbündel, bei Limnanthemum Idioblasten — wie solche bereits im Assimilationsgewebe des Blattes bemerkt wurden —, bei Villarsia ovata mit Gerbstoff gefüllte Zellen.

Bei Menyanthes und Limnanthemum stehen die Gefässbündel in einem geschlossenen Kreise und werden von einer gemeinsamen Endodermis umgeben. Bei Villarsia sind dieselben ebenfalls in einem Kreise angeordnet, liegen jedoch nicht dicht und geschlossen nebeneinander, sondern sind in das Grundgewebe eingebettet. In diesem Falle hat jedes Gefässbündel seine eigene Endodermis.

Die Gefässbündel haben bikollaterale Anordnung. Der Xylemteil besteht aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit runder bis elliptischer, d. h. einfacher Perforation. Der Phloemteil setzt sich aus Siebröhren und Phloemparenchym und bei Menyanthes und Villarsia aus bastfaserartigen Elementen zusammen.

Das Mark besteht aus dem gleichen Gewebe wie das Leitparenchym. In dasselbe eingesprengt, finden sich bei Limnanthemum unentwickelte Idioblasten, wie sie das Rindengewebe in entwickeltem Zustand aufzuweisen hat.

Anatomie der Wurzel der Menyantheen.

Die Epidermis wird aus unregelmässigen, teils gebuchteten, teils ovalen Zellen mit schiefen oder geraden Radialwänden gebildet.

Das Rindenparenchym besteht aus einem von weiten Intercellularräumen durchsetzten Gewebe, an dessen Aussenseite sich bei Menyanthes und Limnanthemum mehrere Reihen schwach kollenchymatisch verdickter Zellen befinden.

Im Rindengewebe sind bei Limnanthemum die für diese Art charakteristischen Idioblasten zu beobachten.

Eine gemeinsame Endodermis umschliesst den axilen Gefässbündelcylinder, der bei Menyanthes radiale, bei Limnanthemum und Villarsia concentrische Anordnung hat. Die Gefässbündel von Menyanthes sind nach der Zahl ihrer Xylemstrahlen resp. der Anfangspunkte derselben polyarch zu nennen.

Die Gefässe aller Gattungen selbst bestehen aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation. Das Mark ist ein englumiges, parenchymatisches Gewebe.

B. Anatomie der Tribus: Exacum, Chironia, Swertia.

Stengel:

Nach Tschirsch habe ich die zur Epidermis, Kork etc. gehörigen Gewebe mit der Bezeichnung Aussenrinde, den den sekundären Bast enthaltenden Teil mit dem Namen sekundäre Rinde und das Aussen- und sekundäre Rinde verbindende parenchymatische Gewebe mit dem Namen primäre Rinde belegt.

Aussenrinde: Die Cuticula ist in Form eines dünnen, zartchen Häutchens in den meisten Fällen vor-

handen. Zackig, gewellt oder stark verdickt tritt sie hervor bei Exacum, Sebaea, Hippion, Swertia, Ixanthus und einigen Arten von Gentiana.

Die Epidermis verläuft nur in den wenigsten Fällen gerade, meist ist sie gewellt oder mit grösseren Ausstülpungen versehen.

Die Zellen derselben weisen nach Form und Grösse eine einheitlichere Gestalt auf als die der Blattepidermis. Meist waren sie ebenso gross als die des darunter liegenden Gewebes, nach aussen und innen gebuchtet, verdickt und mit geraden und auch gewellten Radialwänden versehen.

Chlora perfoliata zeigte auch auf der Stengelepidermis einen Wachsüberzug von körniger Struktur.

Haarbildungen habe ich niemals bemerkt.

Die Stengel aller Gentianaceen sind unbehaart.

Primäre Rinde: Dieselbe stellt ein bald eng-, bald weitlumiges parenchymatisches Gewebe dar, an dessen Aussenseite bei Dejanira, Swertia, Coutoubea, Ixanthus, Gentiana sich Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen befinden. Unter dem Rindenparenchym ist bei entwickelten Stadien beginnende Peridermbildung zu bemerken. Durch tangentiale Teilung der Zellen des sogenannten Phellogens entstehen hier eine oder mehrere Reihen tafelförmiger, rechtwinklich zur Oberfläche des Stengels reihenweise angeordneter Zellen, die ohne Intercellularräume aneinanderschliessen.

Die Anatomie der sekundären Rinde konnte ich aus dem in der Einleitung angegebenen Grunde vielfach nicht untersuchen; wo ich dies that, fand ich sie aus Siebröhren und Phloemparenchym in der Hauptsache zusammengesetzt. Bei Dejanira und Ixanthus wurde sie durch Sclereiden unterstützt, d. h. parenchymatische

oder prosenchymatische Zellgebilde, deren Wandungen stark verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen waren.

Gefässbündel und Dickenwachstum.

Solereder[1]) behandelt in seiner Dissertation die Familie der Gentianaceen in folgender Weise:

„Auch bei den Gentianaceen kommt Bikollateralität der Gefässbündel vor. Der innere Weichbast ist von Vesque nur für Gentiana asclepiadea, sowie Erythraea Centaurium beschrieben worden, bei ersterer Art bildet das Phloem kleine Inseln im Marke. Für Villarsia nymphoides und Menyanthes trifoliata giebt hingegen Vesque kein inneres Phloem ein; es kommt hier an Stelle desselben nur saftiger Parenchym vor, das indessen bei Menyanthes durch bastfaserartige Elemente gestützt ist. Schon Petersen machte darauf aufmerksam, dass die beiden letztgenannten Genera eine separate Stellung in der Familie einnehmen; sie bilden mit anderen Gattungen, die noch näher auf dieses Verhältnis zu untersuchen sind, die Tribus der Menyantheen. Bei Chironia linoides hat ferner Vesque neben der Bikollateralität der Bündel noch kleine Weichbastinseln im Holzkörper nachgewiesen. Auch bei den von mir untersuchten Arten aus der Tribus der Exaceen und Chironieen habe ich inneres Phloem mit Siebröhren nachweisen können; Chironia baccifera besitzt ferner, wie die von Vesque untersuchte Art, Phloembündel im Holze; der holzständige Weichbast wird wie bei Strychnos, vom Kambium aus nach innen produciert. Denselben Bau wie Chironia, intraxylären und interxylären Weichbast hat ferner auch das früher mit Chironia vereinigte Genus: Orphium. Xylemständige Phloemstränge hat J. Weiss auch in den fleischigen

Wurzeln von Gentianeen angegeben. Bei Tachia guyanensis Aubl. tritt der intraxylare Weichbast nur in kleinen Bündeln an der Markperipherie auf. Nach den bisherigen Untersuchungen scheint der innere Weichbast für die Gentianeen, mit Ausnahme der Tribus der Menyantheen konstant zu sein.

Der Querschnitt des Holzkörpers zeigt Gefässe von nicht grossem Lumen (Maximaldurchmesser 0,04 mm) und keine breiten 1—2reihigen Markstrahlen, deren Zellen in Richtung der Axe gestreckt sind. Gegen das Markstrahlparenchym persistiert die Hoftüpfelung der Gefässwandung. Die Scheidewand der Gefässzellen ist verhältnismässig selten horizontal, häufiger stark geneigt und teilweise durchbrochen. Die Gefässperforation ist fast ausschliesslich einfach, kreisrund oder elliptisch. Lisianthus pulcherrimus zeigt mitunter 1—2spangige Leiterperforierungen oder Krüppelformen, welche aus mehreren kreisförmig angeordneten Löchern bestehen; vereinzelt finden sich Krüppelformen auch bei den untersuchten Arten Orphium, Chironia, Coutoubea. Das Holzparenchym habe ich nirgends in hervorragender Entwicklung angetroffen. Das verschieden dickwandige Prosenchym besitzt Hoftüpfelung seiner Wandungen (deutlich bei Tachiadenus, Orphium, Chironia, Coutoubea) doch in verschiedener Ausbildung. Bei Lisianthus ist der Hof der Prosenchymtüpfel kleiner wie der Spalt; undeutlich ist er infolge der Dickwandigkeit und Englumigkeit des Prosenchyms bei Prepusa.

Abgesehen von dem inneren Weichbast sind für die Gentianeen die im allgemeinen einfache Gefässperforierung und das Hoftüpfelprosenchym charakteristisch.“

Diesen von Solereder erhaltenen Untersuchungsergebnissen kann ich mich in der Hauptsache anschliessen.

Bei allen von mir untersuchten Arten und Gattungen hatte ich es mit einem Stadium zu thun, in dem sekundäres Dickenwachstum bereits eingetreten war. Durch die Thätigkeit des aus Fascicular- und Interfascicularkambium bestehenden geschlossenen Kambiumringes hatte sich nach innen ein sekundärer Holzring, nach aussen sekundärer Bast entwickelt. Insoweit ist das Dickenwachstum der Gentianaceen ein normales zu nennen. Bemerkenswert und **charakteristisch für die ganze Familie ist nur die Bildung des intraxylären und interxylären Phloems.**

Das intraxyläre Phloem bemerkte ich — mit Ausnahme der Menyantheen — bei allen untersuchten Gentianaceen. Dasselbe tritt entweder als geschlossener Ring an der Markperipherie oder inselförmig eingebettet in das Mark auf.

Das interxyläre Phloem giebt Solereder für die Gattungen Orphium und Chironia an; ich kann dies bestätigen und hinzufügen, dass bei Ixanthus sich dasselbe ebenfalls vorfindet. Die Gefässe bestehen im allgemeinen aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit runder oder elliptischer, d. h. einfacher Perforation.

Die ursprünglichen oder primären Xylemstränge, die als Vorsprünge des Holzkörpers in das Mark erkennbar sind, werden als Markkrone bezeichnet und fand ich dieselbe ausgebildet z. B. bei Erythraea und einigen Arten von Gentiana.

Das Holzprosenchym, der weitere Bestandteil des sekundären Holzes, bestand aus Libriformfasern und Tracheiden mit Hoftüpfelung. Das teilweise Vorherrschen entweder der Libroformfasern oder der Tracheiden bei den einzelnen Gattungen und Arten, dürfte als ein charakteristisches Moment für dieselben gelten.

Die Hoftüpfelung des Prosenchyms bemerkte ich bei allen untersuchten Gentianaceen dieser Abteilung; jedoch nicht „ausschliesslich oder fast ausschliesslich," wie Solereder im allgemeinen Teil seiner Abhandlung angiebt, sondern recht oft nur teilweise oder manchmal sogar blos vereinzelt.

Das Holzparenchym bemerkte ich niemals besonders stark entwickelt.

Die das Holz durchziehenden Markstrahlen waren 1—2reihig, die Zellen derselben sehr englumig und in der Richtung zur Axe gestreckt. Sie fehlten bei den Gattungen: Schultesia, Schubleria, Ophelia und Cicendia.

Das Mark stellt in allen Fällen ein eng- oder weitlumiges parenchymatische Gewebe dar, dessen Zellen bei manchen Gattungen wie Dejanira, Chironia, Canscora etc. teilweise verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen waren.

Anatomie der Wurzel der Tribus: Exacum, Chironia, Swertia.

Aussenrinde.

Bei jungen Wurzeln besteht die Aussenrinde aus einer Epidermis, deren Zellen nach Form und Grösse so wesentliche Verschiedenheiten aufweisen, dass es unmöglich erscheint, hier einheitliche feste Beziehungen ausfindig zu machen. Fand ich doch nicht selten bei den Zellen ein und derselben Art die extremsten Formen, welche dieselben überhaupt zu bilden im stande sind.

Die unter der Epidermis gelegene primäre Rinde setzt sich aus einem eng- oder weitlumigen parenchymatischen Gewebe zusammen, dessen Zellen vielfach wie bei Chironia und Chlora kollenchymatisch verdickt sind.

Unter der primären Rinde war gleichwie beim Stengel beginnende Peridermbildung durch die Thätigkeit des Phellogens zu bemerken. Dieselbe war

bei älteren Wurzeln so weit vorgeschritten, dass die Epidermis und primäre Rinde sich zu bräunen und abzusterben begann. Waren die letzteren dann abgeworfen, bestand die äusserste Zelllage aus einer bis zehn Lagen starken Korkschicht, deren Zellen vier- bis fünfmal so lang als breit und auf dem Längsschnitt fast quadratisch erschienen. Unter dieser schliesst sich eine hypodermartige, kollenchymatisch verdeckte Schicht und weiter nach innen ein parenchymatisches Gewebe an, dessen Zellen nach aussen weitlumiger, nach innen englumiger und in Reihen angeordnet sind.

Bei dem Dickenwachstum der Wurzel unterschied ich zwei Formen:

I. Ein normales Dickenwachstum: Das Kambium erzeugt nach aussen sekundären Bast, nach innen sekundäres Holz.

II. Ein anormales Dickenwachstum: Das normale Kambium erzeugt nach aussen wohl normales sekundäres Phloem nach innen, aber nicht blos sekundäre Gefässe, sondern auch kräftig entwickelte Siebstränge.

Den ersteren Fall konstatierte ich bei den Gattungen: Erythraea, Chironia, Chlora, Ixanthus, Exacum. Bei denselben umgiebt die sekundäre Rinde ringförmig den Holzcylinder. Sie besteht aus Siebröhren, Phloemparenchym und wird bei Erythraea und Chironia durch Sclereiden ähnliche Holzgebilde unterstützt, wie ich solche bereits in der sekundären Rinde des Stengels von Ixanthus vorfand.

Der Holzring wird von 1—2reihigem Strahlenparenchym durchzogen, dessen Zellen in der Richtung zur Axe gestreckt erscheinen, und besteht aus Gefässen, Holzparenchym und Holzprosenchym. Die ersten setzen sich wieder aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation, das Prosenchym aus Libriform- und Tracheiden zusammen.

Bei Erythraea, Chironia und Ixanthus liegen im sekundären Holze Weichbastinseln, die nach Solereder als interxyläres Phloem bezeichnet werden.

Der auf diese Weise entstehende Holzkörper der Wurzeln zeigt in seinem Baue mit demjenigen des Stengels in jeder Hinsicht so grosse Übereinstimmung, dass es wohl schwer ist, das Wurzelholz vom Stammholz zu unterscheiden. Ein normales Dickenwachstum war weiterhin bei der Gattung Swertia zu beobachten. Bei derselben besteht das sekundäre Holz nicht wie bei den vorhergehenden nur aus Gefässen, Holzparenchym und Holzprosenchym, sondern vorwiegend aus saftigem, unverholztem Parenchym, in welchem die wenig vorhandenen Gefässe, in radialen Reihen angeordnet, auftreten.

Dieser Typus wird bei den meisten fleischigen Wurzeln der Dikotyledonen beobachtet. Das Dickenwachstum von Gentiana schliesst sich dem von Swertia in der Hauptsache an, ist aber nur in der Hinsicht als ein anormales zu bezeichnen, als im sekundären Holz neben den Gefässen auch kräftig entwickelte Siebstränge erzeugt werden. Dieselben werden gleich denen ausserhalb des Kambiums von sogenannten Geleitzellen — einfach getüpfelten, oben und unten zugespitzten Zellen — umgeben.

Weiss[1]) bezeichnet diese Siebstränge als Xylemständige Phloemstränge und nach Solereder dürften sie zum intraxylärem Phloem gerechnet werden.

---

[1]) Das markständige Bündelsystem einiger Dikotyledonen in seiner Beziehung zu den Blattspuren.

Specieller Teil.

Tribus I: Exaceae.

Gattung: Exacum.

Untersucht wurden: Exacum tricolor.
Exacum viscosum.

Blatt.

Die Epidermiszellen der Oberseite zeichnen sich durch ihre Grösse vor denen der Unterseite aus. Meist sind sie doppelt so gross als diese und auch als die Zellen des darunterliegenden Assimilationsgewebes. Hinsichtlich der Form traten Verschiedenheiten auf; vielfach sind sie nach aussen stark verdickt, nach aussen und innen gebuchtet und besitzen gerade und gewellte Radialwände. Die Verdickung tritt charakteristisch am Blattrand hervor. Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden. Sie liegen im gleichen Niveau mit den Epidermiszellen und haben bis zwei besonders geformte Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform von der dorsiventralen zur centrischen. Die der Oberseite zu gelegenen Zellen sind pallisadenähnlich, die der Unterseite zugewendeten besitzen eine, dem Schwammparenchym ähnelnde Form.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge weitlumiger runder bis ovaler, vom übrigen

Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend. Die Nerven dritter und vierter Ordnung sind rudimentär ausgebildet.

Stengel.

Die Cuticula ist schwach verdickt. Die Epidermis verläuft bei E. viscosum gewellt, bei E. tricolor ist sie mit Ausstülpungen versehen; sie besteht aus gebuchteten, nach aussen verdickten Zellen mit vielfach undulierten Radialwänden.

Die primäre Rinde zeigt eine zweireihige hypodermartige, kollenchymatisch verdickte Schicht und ein mit Inhaltsstoffen versehenes parenchymatisches Gewebe. Unter ihr war beginnende Peridermbildung zu bemerken, indem durch tangentiale Teilung der Zellen des Phellogens Reihen tafelförmiger, rechtwinklich zur Oberfläche des Stengels reihenweise angeordneter und ohne Intercellularräume aneinanderschliessender Zellen gebildet wurden. Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder und besteht hauptsächlich aus Siebröhren und Phloemparenchym. Das Holz setzt sich aus englumigen Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym, meist Libriformfasern mit teilweiser Hoftüpfelung zusammen.

Das Mark bildet ein weitlumiges, parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet. Das Holz wird von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchzogen, deren Zellen in der Richtung zur Axe gestreckt erscheinen.

Wurzel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen; die Zellen derselben zeigen nach Form und Grösse wesentliche Verschiedenheiten. Meist sind sie länger als breit, nach aussen verdickt und haben gewellte Radial-

wände. Die primäre Rinde stellt ein zerrissenes, parenchymatisches Gewebe dar; unter ihr ist gleichwie beim Stengel beginnende Peridermbildung zu bemerken.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder und ist wie die des Stengels zusammengesetzt.

Das Holz wird von meist einreihigem Strahlenparenchym durchzogen und besteht aus Gefässen und Holzprosenchym. Die ersteren sind Netzgefässe mit einfacher Perforation, das Prosenchym hauptsächlich Libriformfasern neben wenig Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung.

Das Mark besteht aus weitlumigem parenchymatischen Gewebe.

Gattung: Sebaea.

Untersucht wurde: **Sebaea cordata.**

Blatt.

Die Epidermis verläuft gerade; die Zellen derselben zeigen nach Form und Grösse wesentliche Unterschiede: meist sind sie nach aussen schwach, nach innen stärker gebuchtet.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis, sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrische Form. Es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger runder bis ovaler Zellen, die teilweise kleinere Zwischenräume umschliessen und auch in der Menge des Chlorophylls einen wesentlichen Unterschied nicht zeigen. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Cuticula tritt zackig hervor; die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen. Die Zellen derselben sind weitlumig, nach aussen und innen schwach gebuchtet, nach aussen verdickt und haben vielfach indulierte Radialwände.

Die primäre Rinde besteht aus ovalen bis runden, mit Inhaltsstoffen versehenen Zellen.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht aus nach der Mitte zu weitlumiger werdenden Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym. Während bei der Gattung Exacum sich das letztere fast ausschliesslich als Libriformfasern zusammensetzte, besteht es bei Sebaea hauptsächlich aus Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung. Holzparenchym war auch hier fast gar nicht vorhanden. Das Holz wird von einreihigen Markstrahlen durchsetzt. Das Mark besteht aus parenchymatischem Gewebe, an dessen Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet.

Tribus II: Chironeae.

Gattung: Chironia.

Untersucht wurde Chironia baccifera.
„ linoides.
„ angularis.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind meist etwas länger als breit, nach aussen verdickt, nach aussen und innen gebuchtet und haben fast nur gerade Radialwände.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf ersterer aber nur vereinzelt, während sie auf letzterer äusserst reichlich vorhanden sind.

Bei Ch. baccifera liegen sie im gleichen Niveau mit, bei Ch. linoides grubenförmig eingebettet in das Niveau der Epidermis. Besonders ausgebildete Nebenzellen sind bis vier vorhanden.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventralen Bau: nach der Oberseite zu liegen zwei Schichten Pallisaden, deren Zellen etwas länger als breit und deren Seitenwände unduliert oder schief sind, so dass sie nicht lückenlos aneinanderschliessen; nach der Unterseite zu sind einige Reihen runder bis ovaler Zellen gelegen, teilweise kleinere Zwischenräume umschliessen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen; die Zellen derselben sind weitlumig, rundlich bis oval oder etwas länger als breit, nach aussen und innen gebuchtet, nach aussen stark verdickt und haben meist gerade Radialwände. Im gleichen Niveau mit denselben fand ich reichlich eingeschaltet Spaltöffnungnn mit drei bis fünf besonders geformten Nebenzellen.

Die primäre Rinde setzt sich aus losem, parenchymatischem Gewebe zusammen, dessen Zellen rund bis oval oder armartig verlängert, kleinere Zwischenräume umschliessen und mit Inhaltsstoffen gefüllt sind. Unter ihr bemerkte ich beginnende Peridermbildung, wie ich sie bereits bei den früheren Gattungen erwähnt habe.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von meist einreihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus Holzprosenchym, englumigen Gefässen und Weichbastinseln, welche letztere zwischen die Holzteile eingelagert sind und nach Solereder als interxyläres Phloem bezeichnet werden. Das Holzprosenchym ist hauptsächlich aus Libroform-

fasern neben wenig Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung und die Gefässe aus Netzgefässen mit einfacher Perforation zusammengesetzt.

Das Mark besteht aus parenchymatischem Gewebe, an dessen Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet und in welches eingesprengt, sich Zellgebilde befinden, deren Wandungen verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen sind.

Wurzel.

Die Epidermiszellen zeigen nach Form und Grösse wesentliche Unterschiede: bald sind sie länger als breit, bald rund oder oval und haben vielfach gebuchtete Aussen- und Innenwände.

Die primäre Rinde besteht aus mehreren Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen, unter welchen beginnende Peridermbildung wie oben zu bemerken ist.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder und wird unterstülpt durch Sclereiden, d. h. parenchymatische Zellen, deren Wandungen stark verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen sind.

Das Holz wird von meist einreihigem Strahlenparenchym durchzogen und besteht der Hauptsache nach aus Holzprosenchym und Gefässen. Das erstere setzt sich hauptsächlich aus Libriformfasern mit teilweiser Hoftüpfelung, die Gefässe aus Netzgefässen mit runder Perforation zusammen. In den Holzring eingesprengt finden sich noch Weichbastinseln, die nach Solereder als interxyläres Phloem bezeichnet werden.

Das Mark fehlt.

Gattung: Hippion.

Untersucht wurde Hippion hyssopifolium. Spreng.

Blatt.

Die Cuticula tritt teilweise zackig hervor. Die Epidermis erscheint gewellt, die Zellen derselben sind

ungefähr ebenso gross wie die des darunter liegenden Gewebes, die Aussen- und Innenwand ist vielfach gebuchtet, die Radialwände sind gerade und gewellt. Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermiszellen und sind auf Ober- und Unterseite verteilt; finden sich jedoch auf der letzteren reichlicher.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau: es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger runder bis ovaler Zellen, die kleineren Zwischenräume umschliessen und in der Menge des Chlorophylls einen merklichen Unterschied nicht zeigen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Cuticula tritt teilweise zackig hervor, die Epidermis ist schwach gewellt. Die Zellen derselben sind englumig, nach oben und unten gebuchtet und verdickt und haben meist gerade Radialwände.

Die primäre Rinde besteht aus parenchymatischem Gewebe, dessen obere Zellreihen kollenchymatisch verdickt sind.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht aus englumigen Spiral-, Ring- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung. Libriformfasern sind weniger vorhanden.

Das Mark besteht aus weitlumigen, parenchymatischen Zellen, an deren Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet.

Gattung: Schubleria.

Untersucht wurde Schubleria tenella.

Blatt.

Die Cuticula ist gewellt. Die Zellen der Epidermisoberseite sind weitlumig, nach innen stark, nach aussen

schwach gebuchtet und haben meist gerade Radialwände. Die Zellen der Unterseite sind englumiger. Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite verteilt; auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventralen Bau. Die Pallisaden sind ein- bis zweireihig, etwa doppelt so lang als breit und haben parallele Seitenwände. Das Schwammparenchym ist undeutlich ausgebildet. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen; die Zellen derselben weisen nach Form und Grösse so wesentliche Verschiedenheiten auf, dass eine einheitliche Gestalt sich nicht herausfinden lässt. Bald fand ich sie oval, bald gekantet, bald gebuchtet.

Die primäre Rinde setzt sich aus weitlumigem, parenchymatischem Gewebe zusammen.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von meist zweireihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus Holzprosenchym und Gefässen. Letztere sind in der Hauptsache Netzgefässe, weniger Spiral- oder Ringgefässe, beide mit einfacher Perforation. Das Prosenchym besteht zum grossen Teil aus Libriformfasern, in der Minderzahl aus Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung. Das Mark setzt sich aus weitlumigem, parenchymatischem Gewebe zusammen, an dessen Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet.

Gattung: Chlora.

Untersucht wurde Chlora perfoliata.
Chlora serotina.

Blatt.

Die Cuticula zeigt einen kontinuierlichen Wachsüberzug. Derselbe tritt in Form einer einfachen Körnerschicht hervor und erscheinen deshalb die Blätter in frischem Zustand weiss bereift.

Die Epidermiszellen sind weitlumig, nach aussen und innen gebuchtet, nach aussen verdickt und haben vielfach gewellte Radialwände. Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite gleichmässig verteilt.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform von der dorsiventralen zur centrischen. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Cuticula hat den gleichen körnigen Wachsüberzug wie das Blatt.

Die Epidermis besteht aus weitlumigen, nach innen gebuchteten, nach aussen stark verdickten Zellen mit meist gewellten Radialwänden. In dieselben eingelagert fand ich Spaltöffnungen.

Die primäre Rinde besteht aus runden bis ovalen parenchymatischen Zellen mit Inhaltsstoffen versehen. Unter ihr ist beginnende Peridermbildung zu bemerken, wie ich sie bei der Gattung Exacum bereits näher beschrieb.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von 1—2 reihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus nach der Mitte zu weitlumiger werdenden Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit

einfacher Perforation und fast ausschliesslich Tracheiden mit vereinzelter Hoftüpfelung.

Das Mark ist ein weitlumiges, parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sowohl wie in der Mitte sich intraxyläres Phloem vorfindet.

Wurzel.

Die Epidermis besteht aus der Form und Grösse nach wesentlich verschiedenen Zellen; vielfach fand ich sie länger als breit und nach innen gebuchtet. Die primäre Rinde setzt sich aus einem 2—3reihigen, langgezogenen parenchymatischen Gewebe zusammen. Unter ihr ist wie beim Stengel beginnende Peridermbildung zu bemerken. Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzkörper. Derselbe wird von ein- bis zweireihigem Strahlenparenchym durchzogen und besteht aus Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym: Libriform und Tracheiden zu gleichen Teilen.

Das Mark fehlt.

Gattung: Erythraea.

Untersucht wurde: Erythraea Centaurium.
„ linarifolia.
„ capitata.
„ Mühlenbergii.

Blatt.

Die Cuticula ist schwach gewellt; die Zellen der Epidermis sind der Grösse nach ganz verschieden; der Gestalt nach erscheinen sie meist nach aussen und innen gebuchtet, nach aussen verdickt. Die Verdickung tritt besonders charakteristisch am Blattrand hervor. Die Cuticula von E. capitata ist nicht gewellt und deren Epidermiszellen sind länger als breit.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, jedoch auf der letzteren reichlicher vorhanden. Bei E. capitata sind dieselben beiderseits gleichmässig verteilt. Bei allen Arten liegen sie im gleichen Niveau mit den Epidermiszellen und haben 2—3 besonders geformte Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform vom dorsiventralen zum centrischen Bau. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und ist der Hauptnerv bei E. capitata in das Assimilationsgewebe eingebettet, bei den übrigen Arten infolge weitlumiger runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Bei einigen aussereuropäischen Arten der Gattung, die behufs Bestimmung dem hiesigen Institut übergeben wurden, fand ich das Assimilationsgewebe unterstützt durch Sclereiden, d. h. stark verdickte und verholzte Zellen parenchymatischer Natur.

Stengel.

Untersucht wurde: E. Mühlenbergii.
E. Centaurium.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen. Die Zellen derselben sind der Grösse nach ganz verschieden; oft zeigt dieselbe Art Zellen, die doppelt so gross sind als die übrigen. Der Form nach sind sie meist nach aussen und innen gebuchtet und haben gewellte und gerade Radialwände.

Die primäre Rinde besteht aus mehreren Reihen runder bis ovaler, nach der Mitte zu weitlumiger werdender Zellen, die mit Inhaltsstoffen gefüllt sind.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzkörper. Derselbe wird von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus nach aussen eng-, nach innen weitlumigen Ring-, Spiral- oder Netz-

gefässen mit einfacher Perforation und Libriform und Tracheiden zu gleichen Teilen mit teilweiser Hoftüpfelung. Die ursprünglichen oder primären Xylemstränge sind als Vorsprünge des Holzkörpers in das Mark erkennbar und werden unter dem Namen Markkrone zusammengefasst.

Das Mark besteht aus zartwandigen runden, nach der Mitte zu weitlumigen parenchymatischen Zellen, an deren Peripherie sowohl wie in der Mitte intraxyläres Phloem inselförmig eingelagert ist.

Wurzel.

Die Zellen der Aussenrinde setzen sich aus der Form und Grösse nach wesentlich verschiedenen zusammen, sodass sich für dieselben eine einheitliche Gestalt nicht aufstellen lässt. Bald waren sie länger als breit, bald rund oder oval, bald gekantet. Die Aussen- und Innenwand war teilweise gebuchtet.

Die primäre Rinde besteht aus einer ungefähr drei Zelllagen starken, kollenchymatisch verdickten Schicht, unter welcher, wie bei Exacum, beginnende Peridermbildung zu beobachten war.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzkörper und wird durch Sclereiden, d. h. parenchymatische Zellen, deren Wandungen verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen sind, unterstützt. Bei E. capitata fehlen dieselben.

Das Holz wird von ein- bis zweireihigem Strahlenparenchym durchzogen und besteht aus Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym (Libriformfasern).

In den Holzkörper eingebettet sind Weichbastinseln, die nach Solereder als interxyläres Phloem bezeichnet werden.

Das Mark fehlt.

Gattung: Sabbatia.

Untersucht wurde: Sabbatia gracilis.
Sabbatia corymbosa.

Blatt.

Die Zellen der Epidermis weisen nach Form und Grösse wesentliche Verschiedenheiten auf. Bald sind sie grösser, bald kleiner als die Zellen des darunter liegenden Assimilationsgewebes; vielfach sind sie gebuchtet und haben gerade Radialwände.

Die Spaltöffnungen liegen beiderseits im Niveau der Epidermis, sind jedoch auf der Unterseite reichlicher vorhanden.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau; es besteht aus Reihen gleichgrosser runder bis ovaler Zellen, die in der Menge des Chlorophylls wesentliche Unterschiede nicht zeigen. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis von S. gracialis ist mit Ausstülpungen versehen. Die Epidermiszellen sind nach aussen und innen gebuchtet und verdeckt. Die Radialwände sind bald schief, bald gerade.

Die primäre Rinde besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen oberste Zellreihe kollenchymatisch verdickt ist.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen und besteht nach aussen hauptsächlich aus Libriformfasern, nach innen aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelüng.

Das Mark besteht aus weitlumigem, parenchymatischem Gewebe, in welches intraxyläres Phloem inselförmig eingebettet ist.

Bei S. corymbosa ragen die Gefässe bis tief in das Mark hinein und umschliessen teilweise die Weichbastinseln.

Gattung: Ixanthus.

Untersucht wurde: Ixanthus viscosus.

Blatt.

Die Zellen der Epidermisoberseite sind etwas länger als breit, nach aussen und innen gebuchtet und nach aussen schwach verdickt; die der Unterseite erscheinen englumiger und der Form nach nicht so regelmässig gestaltet wie diese.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt; auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden. Sie liegen im Niveau der Epidermis und haben drei bis vier besonders geformte Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform vom dorsiventralen zum centrischen Bau.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge weitlumiger, runder, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Cuticula ist gewellt. Die Epidermis besteht aus weitlumigen, nach aussen und innen gebuchteten und verdickten Zellen mit meist geraden Radialwänden.

Die primäre Rinde setzt sich aus mehreren Reihen runder bis ovaler, schwach kollenchymatisch verdickter Zellen zusammen. Neben ihr ist wie bei Exacum beginnende Peridermbildung zu bemerken.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzkörper. Derselbe wird von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus englumigen Spiral- und Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym. Letzteres ist hauptsächlich Libriform neben wenig Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung.

Das Mark ist ein weitlumiges, parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich intraxyläres Phloem befindet. Die Wandungen einiger Markzellen sind verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen.

Wurzel.

Die äusserste Zelllage stellt eine aus mehreren Lagen starke Korkschicht dar, deren Zellen auf dem Längsschnitt tafelförmig erscheinen. Unter derselben liegt ein loses parenchymatisches Gewebe. Die Epidermis sowohl wie die primäre Rinde war bei der untersuchten Art darnach bereits abgestossen.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von ein- bis zweireihigem Strahlenparenchym durchzogen und besteht aus Holzprosenchym und Gefässen. Letztere sind hauptsächlich Netzgefässe mit einfacher Perforation, das Prosenchym Libriform neben wenig Tracheiden. Eingebettet in das Holz sind Weichbastinseln, die nach Solereder als interxyläres Phloem bezeichnet werden.

Das Mark fehlt.

Gattung: Dejanira.

Untersucht wurde: Dejanira erubescens.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind länger als breit, nach aussen und innen gebuchtet, nach aussen verdickt, mit meist geraden Radialwänden. Die der Oberseite sind weitlumiger als die der Unterseite.

Die Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten vorhanden, auf der Unterseite aber reichlicher. Sie liegen im Niveau der Epidermis und haben zwei besonders geformte Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform von dem dorsiventralen zum centrischen Bau. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermiszellen sind englumig, nach aussen und innen stark verdickt und gebuchtet. Die Radialwände verlaufen gerade.

Die primäre Rinde besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen oberste Zellreihen kollenchymatisch verdickt sind.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzcylinder und wird von bastfaserartigen Elementen unterstützt.

Das Holz wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus Gefässen und Holzprosenchym. Erstere sind Spiral- oder Netzgefässe mit einfacher Perforation, letzteres Libriform und Tracheiden zu gleichen Teilen mit vereinzelter Hoftüpfelung.

Das Mark ist ein parenchymatisches Gewebe, das an seiner Peripherie intraxyläres Phloem hat.

Gattung: Cicendia.

Untersucht wurde: Cicendia quadrangularis.
Cicendia filiformis.

Blatt.

Die Epidermiszellen weisen hinsichtlich ihrer Grösse wesentliche Verschiedenheiten auf; bezüglich ihrer Form sind sie meist zartwandig, nach innen gebuchtet und haben gerade Radialwände.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis, beiderseits, auf der Unterseite jedoch reichlicher.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventrale Anordnung: 2 Schichten Pallisaden, deren Zellen drei- bis viermal so lang als breit sind und die parallele Seitenwände haben, sodass sie lückenlos aneinanderschliessen.

Das Schwammparenchym ist deutlich ausgebildet, die Intercellularräume sind klein.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen; die Zellen derselben sind kleiner als die des darunter liegenden Gewebes, nach aussen und innen schwach gebuchtet und verdickt. Die Radialwände sind vielfach gewellt.

Die primäre Rinde ist ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen rund bis oval sind und kleinere Zwischenräume umschliessen.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht nach aussen aus Holzprosenchym, nach innen zu aus Gefässen. Markstrahlen fehlen. Das Prosenchym ist durch stark verdickte Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung neben wenig Libriformfasern vertreten, die Gefässe durch englumige Spiral- oder Netzgefässe mit einfacher Perforation.

Das Mark ist ein parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich ein Ring von intraxylärem Phloem befindet.

Gattung: Canscora.

Untersucht wurde: Canscora diffusa.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind sehr englumig, nach aussen und innen schwach gebuchtet, nach aussen stark verdickt; die Radialwände gerade.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrische Anordnung. Es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger runder bis ovaler Zellen, die in der Menge des Chlorophylls einen merklichen Unterschied nicht zeigen.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite gleichmässig verteilt.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen, die Zellen derselben sind meist etwas länger als breit, nach aussen und innen verdickt, die Radialwände gewellt.

Die primäre Rinde ist ein zerrissenes, parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen mit Inhaltsstoffen gefüllt sind.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht aus Gefässen und Holzprosenchym und wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen. Die Gefässe bestehen aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation, das Prosenchym hauptsächlich aus Libriformfasern neben weniger Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung.

Das Mark ist ein weitlumiges parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich intraxyläres Phloem befindet. Die Zellen des Markes sind teilweise verdickt, verholzt und die Wandungen mit einfachen Tüpfeln versehen.

Gattung: Schultesia.

Untersucht wurde: Schultesia crenuliflora.

Blatt.

Die Epidermis ist unregelmässig gewellt; die Zellen der Oberseite sind länger als breit und weitlumiger als die der Unterseite. Beiderseits sind sie vielfach nach

aussen und innen gebuchtet, die Radialwände gerade und gewellt.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden. Sie liegen im Niveau der Epidermis. Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau. Es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger runder bis ovaler Zellen, die in der Menge des Chlorophylls einen merklichen Unterschied nicht zeigen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen. Die Zellen derselben sind englumig, nach aussen und innen verdickt.

Die primäre Rinde ist ein loses parenchymatisches Gewebe.

Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht aus Holzprosenchym nach aussen und Gefässen nach innen. Ersteres ist hauptsächlich aus Libriformfasern zusammengesetzt. Tracheiden sind in der Minderzahl vertreten. Hoftüpfel stellenweise vorhanden. Die Gefässe bestehen aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation.

Das Mark ist ein loses parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich intraxyläres Phloem befindet. Die Zellen des Markes sind teilweise verholzt und getüpfelt.

Gattung: Coutoubea.

Untersucht wurde: Coutoubea spicata.

Blatt.

Die Zellen der Epidermisoberseite sind länger als breit und weitlumiger als die der Unterseite. Beiderseits sind sie nach aussen verdickt, nach innen gebuchtet.

Die Verdickung tritt charakteristisch am Blattrand hervor. Die Radialwände sind meist gerade.

Die Spaltöffnungen finden sich auf der Oberseite ganz vereinzelt, auf der Unterseite reichlich vorhanden. Sie liegen halbmondförmig erhaben über dem Niveau der Epidermis.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventrale Anordnung: 2 Reihen Pallisaden, deren Zellen einhalb mal so lang als breit sind und mit parallelen Seitenwänden lückenlos aneinanderschliessen. Das Schwammparenchym ist undeutlich ausgebildet, die Intercellularräume sind klein.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge runder parenchymatischer Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Epidermis ist schwach gewellt; die Zellen derselben sind nach aussen und innen schwach gebuchtet und verdickt, die Radialwände meisst gewellt.

Die primäre Rinde besteht aus einer Schicht kollenchymatisch verdickter und mehreren Reihen unverdickter, mit Inhaltsstoffen versehener Zellen.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus Gefässen und Holzprosenchym. Die ersteren sind Spiral- oder Netzgefässe mit einfacher Perforation. Das Prosenchym besteht aus Libriform und Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung. An der Markperipherie ist ein Ring von intraxylärem Phloem vorhanden.

Das Mark ist ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen teilweise verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen sind.

Gattung: Lisianthus.

Untersucht wurde: Lisianthus cordifolius.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind englumig, nach innen schwach gebuchtet, nach aussen wenig verdickt. Die Radialwände sind meist gerade.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf der Unterseite reichlicher vorhanden.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform von der dorsiventralen zur centrischen. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Epidermis ist mit Ausstülpungen versehen; die Zellen derselben sind englumig, nach aussen und innen schwach gebuchtet, nach aussen stark verdickt, die Radialwände vielfach gewellt.

Die primäre Rinde bildet ein mit Inhaltsstoffen versehenes parenchymatisches Gewebe. Die sekundäre Rinde umschliesst ringförmig den Holzcylinder. Derselbe wird von einreihigen Markstrahlen zurchzogen und besteht aus Gefässen und Holzprosenchym. Die Gefässe sind Ring-, Spiral- oder Netzgefässe mit einfacher Perforation, das Prosenchym fast ausschliesslich Libriformfasern neben wenig Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung.

Das Mark bildet ein parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich intraxyläres Phloem befindet.

Tribus III: Swertiëae.

Gattung: Gentiana.

Untersucht wurden:

Gentiana acaulis, adscendens,
„ alpina, amarella,
„ angustifolia, asclepiadea,
„ austriaca, bavarica,
„ bracchyphylla, brevidens,
„ Burseri, caucasica,
„ campestris, ciliata,
„ crispata, Clusii,
„ cruciata, Fetisowi,
„ germanica, imbricata,
„ Kochiana, lutea,
„ macrophylla, pannonica,
„ pneumonanthe, phlogifolia,
„ punctata, purpurea,
„ septemfida, tibetica,
„ verna, Walnievwi.

Blatt.

Die Cuticula ist in den meisten Fällen in Form eines dünnen, zarten Häutchens vorhanden und verläuft gerade. Aussnahmen bilden G. acaulis, caucasica, germanica, bei welchen sie wellenförmig erhaben, G. tibetica, Fetisowi, asclepiadea, bei welchen sie zackig hervortritt.

Haarbildungen wurden bei keiner Art bemerkt. Die Epidermiszellen zeigen hinsichtlich ihrer Grösse so wesentliche Unterschiede, dass es unmöglich ist, gemeinsame charakteristische Merkmale aufzustellen. Bezüglich der Form treten gleichfalls Verschiedenheiten auf; jedoch bemerkte ich, dass bei den meisten Arten die Aussen- und Innenwand gebuchtet und mit nur sehr geringen Ausnahmen auch verdickt erscheint. Die Ver-

dickung tritt besonders charakteristisch am Blattrand hervor.

Die Spaltöffnungen sind stets auf Ober- und Unterseite verteilt und zwar sind sie entweder auf beiden Seiten gleichmässig verteilt oder auf der Unterseite reichlicher vorhanden.

Die im allgemeinen Teil aufgestellte Tabelle giebt eine Übersicht über die Verteilung derselben bei den einzelnen Arten.

Die Nebenzellen sind fast überall besonders gestaltet und zwar waren deren in der Regel zwei bis drei vorhanden.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis mit Ausnahme von G. cruciata, Walnievwi, germanica, wo sie sich halbmondförmig erhoben.

Das Assimilationsgewebe zeigt entweder dorsiventralen oder centrischen Bau oder auch eine Übergangsform vom dorsiventralen zum centrischen. Die gleichfalls im allgemeinen Teil aufgestellte Tabelle giebt eine genaue Übersicht, zu welcher der drei Formen die einzelnen Arten gehören.

Die Gefässe zeigten stets bikollaterale Anordnung. Der Phloemteil lag an der Aussen- und Innenseite des Xylems. Die Nerven dritter und vierter Ordnung waren vielfach rudimentär ausgebildet. Der Hauptnerv war stets infolge runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Cuticula erscheint gewellt bei G. ciliata, zackig hervortretend bei G. campestris, caucasica, in allen übrigen Fällen verläuft sie gerade.

Die Epidermis ist bei G. ciliata, germanica, caucasica, asclepiadea mit Ausstülpungen versehen, sonst verläuft sie gerade. Die Zellen derselben zeigen hin-

sichtlich Form und Grösse eine einheitlichere Gestalt wie die der Blattepidermis. In der Regel sind sie ebenso gross wie die Zellen des darunterliegenden Rindenparenchyms, nach aussen und innen gebuchtet und verdickt. Die Radialwände sind meist gerade.

Die primäre Rinde besteht aus einem weitlumigen, parenchymatischen Gewebe, von dem die oberen Reihen stark kollenchymatisch verdickt sind, die mittleren locker aneinanderliegen und teilweise kleinere Zwischenräume umschliessen.

Unter dem Rindenparenchym ist bei entwickelten Stadien beginnende Peridermbildung zu bemerken, indem durch tangentiale Teilung der Zellen des Phellogens Reihen tafelförmiger und ohne Zwischenräume aneinanderschliessender Zellen gebildet wurden.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder und besteht aus Siebröhren und Phloemparenchym.

Das Holz wird durchzogen von 1—2reihigen Markstrahlen, deren Zellen in der Richtung der Axe gestreckt sind. Es setzt sich auch Holzprosenchym, Gefässen und wenig Holzparenchym zusammen. Das Holzprosenchym liegt an der Aussenseite des Ringes und besteht ungefähr zu gleichen Teilen aus Libriformfasern und Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung. Die Gefässe sind vielfach wie bei G. lutea auf bestimmte Stellen der Innenseite des Ringes konzentriert und setzen sich aus Spiral-, Netz- oder Ringgefässen mit einfacher Perforation zusammen.

Bei einigen Arten wie G. purpurea ist eine Markkrone vorhanden d. h. die ursprünglichen oder primären Xylemstränge sind als Vorsprünge des Holzkörpers in das Mark erkennbar.

Des Mark besteht aus zartwandigem, weitlumigem Parenchymgewebe, an dessen Peripherie sowohl wie in der Mitte sich intraxyläres Phloem inselförmig eingelagert findet.

Bei einigen Arten wie G. lutea, asclepiadea waren die Zellen des Markes teilweise verholzt.

Wurzel.

In der „wissenschaftlichen Drogenkunde“ von Meyer ist die Anatomie der Wurzeln von G. lutea, pannonica, Scopoli, punctata, Clusii, purpurea“ folgendermassen beschrieben:

„Die zweistrahlige junge Wurzel verliert schon ihre schön ausgebildete Epidermis, Hypodermis und Endodermis, überhaupt die primäre Rinde, wenn sie etwas über 1 mm dick ist. Die Wurzeln der Droge zeigen deshalb durchweg sekundären Bau. Die äusserste Zelllage wird von einer dünnen, 5 — 10 Lagen dicken Korkschicht gebildet. Die Korkzellen sind quer gestreckt, etwa vier- bis fünfmal breiter als lang und erscheinen im Längsschnitt fast quadratisch.

Die Wände der Korkzellen sind getüpfelt. Unter der Korkschicht liegt eine einem Hypoderm ähnliche Schicht, welche kein Phelloderm ist, sondern ihren Ursprung aus einer unterhalb des Perikambiums der jungen Wurzel liegenden Parenchymschicht nimmt. Diese hypodermartige Schicht ist eine mehrere Zelllagen dickes, intercellularraumfreies Gewebe, bestehend aus tafelförmigen, im Tangentialschnitt fast quadratischen Zellen. Die Rinde besteht der Hauptmasse nach aus dünnwandigen Parenchymzellen. In dem Parenchym liegen unregelmässig verteilt Siebstränge, welche von relativ dickwandigen, unverholzten Ersatzfasern, deren Wände mit unregelmässig verteilten, schräg stehenden Tüpfeln versehen sind, begleitet werden. Markstrahlen lassen sich in der Rinde nicht auffinden. Die meisten Elemente der Rinde, welche aus dem Kambium hervorgehen, behalten die Länge der Kambiumzellen bei oder teilen sich nur durch eine Querwand. Nur in der Peripherie

der Rinde teilen sich die Parenchymzellen und Ersatzfasern in 4 bis 6 Zellen, die sich abrunden. Diese Zellen wachsen aber nicht so energisch, dass sie der Rindendehnung folgen und so entstehen durch Auseinanderweichen der Zellen grössere und kleinere intercellulare Lücken.

Das Holz besteht aus denselben Elementen wie die Rinde, nur finden sich ausserdem eingelagert einzelne Gefässe und Gefässstränge. Die Parenchymzellen sind meist ebenfalls gestreckt und so lang als die Kambiumzellen, doch finden sich vorzüglich im Centrum der Wurzel Nester von runden Parenchymzellen, welche durch Teilung der gestreckten Parenchymzellen und Abrundung entstanden. Markstrahlen fehlen dem Holze völlig. Die Gefässe sind Netzfasertracheen mit kreisförmig durchbrochener Zwischenwand. Die Parenchymzellen sind stärkefrei, enthalten kleine Mengen fetten Öles in Tröpfchen und sehr kleine Oxalatkryställchen."

Es handelt sich bei diesen Vertretern der Gattung um ein anormales Dickenwachstum, indem hier das Kambium wohl normale sekundäre Rinde, aber kein normal gebautes Holz erzeugt, da in dem letzteren neben den normalen Bestandteilen des sekundären Holzes auch zahlreiche, kräftige Siebstränge angelegt werden.

Bei einigen anderen Arten der Gattung — G. tibetica, Kochiana, adsendeus, phlogifolia etc. — umgiebt der dunkle Kambiumring selbst bei entwickelten Stadien ein nur die Mitte der Wurzel einnehmendes parenchymatisches Gewebe, das dicht gedrängt von Gefässen erfüllt ist. Phloemteile beobachtete ich in demselben nicht; von einem anormalen Dickenwachstum kann also bei diesen nicht die Rede sein, vielmehr scheint dasselbe nur bei den fleischig verdickten Wurzeln einzutreten. Die Parenchymzellen enthielten auch bei diesen Arten reichlich Tropfen fetten Öles.

Gattung: Lomatogonium.

Untersucht wurde: L. carinthiacum.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind meist länger als breit, nach oben und unten gebuchtet und unverdickt. Die Radialwände sind gerade.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, auf letzterer jedoch reichlicher vorhanden. Sie liegen im Niveau der Epidermis.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau; es besteht aus mehreren Reihen runder bis ovaler Zellen, die auch in der Menge des Chlorophylls einen wesentlichen Unterschied nicht zeigen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Wurzel.

Die Wurzel verliert schon in jungen Stadien die Epidermis und primäre Rinde. Die äusserste Zelllage besteht daher aus einer mehreren Zelllagen starken Korkschicht, deren Zellen drei bis viermal so breit sind und auf dem Längsschnitt tafelförmig erscheinen. Das darunterliegende Gewebe ist ein ohne Zwischenräume aneinanderschliessendes Parenchymgewebe.

Sekundäres Dickenwachstum war bei dem zur Verfügung stehenden Material nicht zu bemerken. Die Gefässbündel stehen in radialer Anordnung: Der Gefässteil zeigt mehrere von dem Kambium ausgehende Bündel, zwischen denen eben so viele Phloemteile liegen.

Die Gefässbündel sind nach der Zahl ihrer Xylemstrahlen resp. dem Aufangspunkte derselben polyarch zu nennen. Die Gefässe selbst sind englumig und bestehen aus Ring- oder Spiralgefässen mit einfacher Perforation.

Gattung: Swertia.

Untersucht wurde: Sw. perenuis,
„ longifolia,
„ obtusa,
„ punctata,
„ dichotoma,
„ asclepiadea.

Blatt.

Die Epidermis besteht aus unverdickten, vielfach gebuchteten Zellen mit meist gewellten Radialwänden.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite ungefähr gleichmässig verteilt, liegen im Niveau der Epidermis und haben 1 — 3 besonders ausgebildete Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrischen Bau; es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger runder bis ovaler Zellen, die auch in der Menge des Chlorophylls einen wesentlichen Unterschied nicht zeigen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedenen Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Stengel.

Die Cuticula tritt bei Sw. asclepiadea, punctata, dichotoma zackig hervor. Die Epidermis ist bei Sw. obtusa mit Ausstülpungen versehen.

Die Zellen der Epidermis sind weitlumig, meist nach aussen und innen gebuchtet und vielfach verdickt. Die Radialwände sind gewellt.

Die primäre Rinde besteht aus einer hypodermartigen Schicht und einem von Lufträumen durchsetzten parenchymatischen Gewebe.[1])

[1]) Unter ihr ist wie bei Enacuna beginnende Peridermbildung zu bemerken.

Die sekundäre Rinde umgiebt den Holzcylinder ringförmig. Derselbe wird von 1—2 reihigen Markstrahlen durchzogen und besteht aus englumigen Spiral-, Ring- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation und Holzprosenchym - Libriformfasern neben wenig Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung.

Das Mark ist ein zartwandiges, parenchymatisches Gewebe, an dessen Peripherie sich intraxyläres Phloem befindet.

Wurzel.

Die Wurzel verliert schon in jungen Stadien gleichwie G. lutea ihre Epidermis und primäre Rinde. Die äusserste Zelllage besteht dann aus einer bis 8 Lagen starken Korkschicht. Die Zellen derselben sind drei- bis viermal so lang als breit und erscheinen auf dem Längsschnitt tafelförmig.

Unter der Korkschicht liegt eine hypodermartige, ohne Zwischenräume aneinanderschliessende Schicht, welcher sich ein zartwandiges, parenchymatisches Gewebe anschliesst, in das Siebstränge eingelagert sind. Dieselben sind zum Unterschied von der Gattung Gentiana nicht unregelmässig verteilt im Gewebe, sondern durchschneiden dasselbe radial. Die umliegenden Zellen enthalten reichlich Tropfen fetten Öles. Der dunkle Kambiumring schliesst dieses Gewebe ab und umgiebt den Gefässteil der Wurzel. Derselbe besteht zum Teil aus denselben Elementen wie die Rindenschichten, nur bilden statt der Phloemteile, Gefässe oder Gefässstränge die Fortsetzung der ersteren. Die letzteren sind also auch in radialen Reihen angeordnet, sie bestehen aus Spiral- oder Netzgefässen mit einfacher Perforation. Innerhalb des Kambiumringes waren Siebstränge nicht zu beobachten, sodass das Dickenwachstum ein normales zu nennen war.

Gattung: Ophelia.

Untersucht wurde: Ophelia. imbricata.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind meist zwei- bis dreimal so lang als breit, nach oben und unten gebuchtet und nach aussen verdickt. Die Verdickung tritt charakteristisch am Blattrand hervor. Die Radialwände sind vielfach gewellt.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite gleichmässig verteilt.

Das Assimilationsgewebe zeigt centrische Anordnung; es besteht aus mehreren Reihen gleichmässiger, runder bis ovaler Zellen, die auch in der Menge des Chlorophylls wesentliche Unterschiede nicht zeigen.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet.

Stengel.

Die Epidermis ist schwach gewellt, die Zellen, derselben sind nach aussen und innen schwach gebuchtet und stark verdickt. Die Radialwände sind vielfach gewellt.

Die primäre Rinde besteht aus zwei Schichten kollenchymatisch verdickter und mehreren Reihen parenchymatischer, mit Inhaltsstoffen versehener Zellen.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht nach aussen aus Holzprosenchym, nach innen aus englumigen Gefässen. Markstrahlen sind nicht vorhanden.

Das Holzprosenchym setzt sich aus Libriform und Tracheiden mit teilweiser Hoftüpfelung zusammen, die Gefässe aus Spiral- und Netzgefässen mit einfacher Perforation.

Das Mark ist ein parenchymatisches Gewebe.

Gattung: Halenia.

Untersucht wurde H. elliptica.

Blatt.

Die Epidermis besteht aus meist weitlumigen, nach oben und unten gebuchteten Zellen, die doppelt so lang als breit sind und gerade und gewellte Radialwände besitzen.

Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt, unterseits aber reichlicher vorhanden. Sie liegen halbmondförmig erhaben über dem Niveau der Epidermis und besitzen 2—3 besonders gestaltete Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt eine Übergangsform vom dorsiventralen zum centrischen Bau.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind infolge runder bis ovaler, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend.

Wurzel.

Die äusserste Zelllage bestand aus einer mehreren Lagen dicken Korkschicht, deren Zellen auf dem Querschnitt länger als breit, auf dem Längsschnitt rund bis tafelförmig erscheinen.

Die Epidermis und primäre Rinde waren bei dem untersuchten Material bereits abgestossen. Das unter der Korkschicht gelegene Gewebe setzt sich nach aussen aus einigen Schichten kollenchymatisch verdickten, nach innen aus in Reihen angeordneten parenchymatischen Zellen zusammen. In die letzteren eingelagert finden sich Phloembündel. Ein dunkler zwei bis dreireihiger Kambiumring schliesst dieses Gewebe nach innen ab und umgiebt den Gefässteil der Wurzel. Die Gefässe sind englumige Spiral- und Netzgefässe mit einfacher Perforation und als solche in ein engmaschiges, parenchy-

matisches Grundgewebe eingelagert. Die Wurzel von Halenia hat darnach ungefähr den gleichen Bau wie die nicht fleischig verdickten Arten der Gattung Gentiana.

Gattung: Centaurella.

Untersucht wurde: C. Moseri.

(Zur Verfügung stand nur der Stengel der Gattung.)

Stengel.

Die Epidermiszellen haben gleiche Grösse wie die des darunterliegenden Rindengewebe; sie sind meist nach aussen und innen schwach gebuchtet, nach aussen verdickt und haben vielfach gewellte Radialwände. Zwischen den Epidermiszellen befinden sich teilweise Spaltöffnungen mit zwei besonders gestalteten Nebenzellen.

Die primäre Rinde ist ein parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen rund bis oval und mit Inhaltsstoffen versehen sind.

Die sekundäre Rinde umgiebt ringförmig den Holzcylinder. Derselbe besteht nach aussen hauptsächlich aus Holzparenchym, d. h. Zellen, die auf dem Längsschnitt gestreckt, verdickt, verholzt und mit einfachen Tüpfeln versehen sind. Nach innen zu liegen Spiral- oder Netzgefässe mit kreisrunder Perforation, abwechselnd mit Tracheiden, mit teilweiser Hoftüpfelung. Markstrahlen fehlen.

Das Mark ist ein zartwandiges, parenchymatisches Gewebes, an dessen Peripherie sich intraxylares Phloem befindet.

Tribus IV: Menyantheae.

Gattung: Menyanthes.

Untersucht Menyanthes trifoliata.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind meist nach aussen und innen gebuchtet, nach aussen verdickt und haben gerade

Radialwände. Die Zellen der Unterseite sind etwas kleiner als die der Oberseite. Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite verteilt; unterseits reichlicher vorhanden. Sie liegen im gleichen Niveau mit den Epidermiszellen und haben 4 — 5 besonders geformte Nebenzellen.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventralen Bau: 2 — 3 Schichten Pallisaden, deren Zellen doppelt so lang als breit sind und die mit meist parallelen Seitenwänden ohne Zwischenräume aneinanderschliessen. Das Schwammparenchym besteht aus runden bis ovalen, bis armartig verlängerten Zellen, die teilweise grössere Intercellularräume umschliessen. Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet. Sie werden von einer Parenchymscheide umgeben, d. h. einer Reihe gleichmässig gebauter Zellen mit geraden Radialwänden.

Stengel.

Die Epidermis besteht aus, nach oben und unten gebuchteten und schwach verdickten Zellen, die etwas länger als breit sind und meist gerade und etwas verdickte Radialwände besitzen.

Das Rindengewebe setzt sich aus einigen Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen und einem von weiten Intercellularräumen durchsetzten Gewebe zusammen. In letzteres eingesprengt finden sich kleinere Gefässe, von denen jedes einzelne von einer eigenen Strangscheide oder Endodermis umgeben ist.

Den axilen Gefässbündelcylinder umschliesst eine gemeinsame Endodermis. Die Gefässbündel stehen in geschlossenem Ringe und haben bikollaterale Anordnung. Der Phloemteil liegt an der Aussen- und Innenwand des Xylemteiles.

Das Holz besteht aus Ring-, Spiral- oder Netzgefässen mit runder bis elliptischer Perforation; das

Phloem wird unterstützt durch bastfaserartige Elemente und besteht aus Siebröhren und Phloemparenchym.

Das Mark ist ein von grossen Lufträumen durchsetztes parenchymatisches Gewebe.

Wurzel.

Die Epidermiszellen haben eine, wenig einheitliche Gestalt; vielfach sind sie nach oben und unten gebuchtet und haben gerade und schiefe Radialwände.

Die Rindenschicht besteht aus mehreren Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen und einem von weiten Intercellularräumen durchsetzten Parenchymgewebe.

Den axilen Gefässbündelcylinder umschliesst eine gemeinsame Endodermis. Die Gefässe stehen in radialer Anordnung. Der Gefässteil zeigt mehrere, von dem Centrum ausgehende Bündel, zwischen denen eben soviele Phloemteile liegen. Die Gefässbündel sind nach der Zahl ihrer Xylemstrahlen resp. der Anfangspunkte derselben polyarch zu nennen. Im Bastteil der Wurzel fehlen die dem Stengel charakteristischem bastfaserartigen Elemente; der Holzteil besteht aus Netz- und Spiralgefässen und zwar liegen die letzteren als die ältesten meist in der Peripherie, dieselben sind englumiger als die mehr in der Mitte befindlichen Netzgefässe.

Das Mark ist ein englumiges, parenchymatisches Gewebe.

Gattung: Villarsia.

Untersucht wurde: V. parnassifolia,
V. ovata.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind im Vergleich zu denen des darunterliegenden Gewebes sehr englumig; hinsicht-

lich der Gestalt sind sie meist nach aussen und innen gebuchtet und haben gewellte und auch gerade Radialwände.

Die Spaltöffnungen liegen im Niveau der Epidermis und sind auf Ober- und Unterseite verteilt, oberseits jedoch reichlicher vorhanden. Besonders ausgebildete Nebenzellen waren nicht zu bemerken.

Das Assimilationsgewebe zeigt dorsiventralen Bau: zwei Schichten Pallisaden, deren Zellen ungefähr doppelt so lang als breit sind und mit Interstitien lose aneinanderschliessen.

Das Schwammparenchym ist deutlich ausgeprägt und umschliesst weite Intercellularräume. Die Zellen desselben sind bei V. ovata teilweise mit Gerbstoff gefüllt.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind bei V. parnassifolia in das Assimilationsgewebe eingebettet, bei V. ovata infolge runder, weitlumiger, vom übrigen Mesophyll verschiedener Zellen bis an die beiderseitigen Epidermisplatten durchgehend. Jedes Gefässbündel wird von einer eigenen Parenchymscheide umgeben.

Stengel.

Die Epidermis besteht aus englumigen, vielfach nach oben und unten schwach gebuchteten, nach aussen verdickten Zellen mit geraden Radialwänden.

Die Rindenschicht besteht aus einem von mehr oder minder grossen Lufträumen durchsetzten parenchymatischen Gewebe, dessen Zellen rund bis oval und bei V. ovata teilweise mit Gerbstoff gefüllt sind. In dieses Gewebe eingebettet liegen in einem offenen Kreise — zum Unterschied von Menyanthes, wo dieselben, von einer gemeinsamen Endodermis umgeben, im geschlossenem Kreise stehen — die Gefässbündel, jedes mit einer eigenen Endodermis umgeben.

Der Phloem besteht aus Siebröhren, Phloemparenchym und verholzten, bastfaserartigen Elementen, das Xylem aus Spiral- und Netzgefässen mit runder bis elliptischer Perforation.

Das Mark ist ein von Intercellularräumen durchsetztes parenchymatisches Gewebe.

Wurzel.

Die Epidermiszellen zeigen nach Form und Grösse so wesentliche Unterschiede, dass sich unmöglich einheitliche Beziehungen herausfinden lassen.

Das Rindengewebe besteht aus einem weitlumigen, nach der Epidermis zu von Intercellularräumen reichlich durchsetzten Parenchymgewebe, dessen Zellen teilweise mit Gerbstoff gefüllt sind.

Die gemeinsame Endodermis umschliesst den konzentrisch angeordneten axilen Gefässbündelcylinder. Das Phloem umschliesst hier ringförmig das Xylem. Die Gefässe bestehen aus Spiral- und Netzgefässen mit runder bis elliptischer Perforation.

Das Mark fehlt.

Gattung: Limnanthemum.

Untersucht wurde: L. nymphoides.

Blatt.

Die Epidermiszellen sind im Verhältnis zu denen des darunter liegenden Assimilationsgewebes sehr klein; hinsichtlich der Form treten Verschiedenheiten auf; teilweise sind sie nach aussen und innen schwach gebuchtet und haben meist gerade Radialwände.

Die Spaltöffnungen finden sich nur auf der Oberseite der Blätter und liegen im gleichen Niveau mit der Epidermis. Besonders ausgebildete Nebenzellen konnte ich nicht beobachten.

Das Assimilationsgewebe hat dorsiventrale Anord-

nung: 3 Schichten Pallisaden, deren Zellen ungefähr dreimal so lang als breit sind und mit Interstitien lose aneinanderschliessen. Das Schwammparenchym ist deutlich ausgeprägt, die Zellen desselben sind teilweise armartig verlängert und umschliessen mehr oder minder grosse Intercellularräume. In diese letzteren hinein ragen vielfach haarartig verlängerte, verholzte Idioblasten.

Die Gefässe haben bikollaterale Anordnung und sind in das Assimilationsgewebe eingebettet. Jedes Bündel wird von einer eigenen Parenchymscheide umgeben.

Stengel.

Die Epidermiszellen sind ebenso wie die des Blattes geformt.

Die Rindenschicht besteht aus zwei Reihen kollenchymatisch verdickter Zellen und einem von grossen Lufträumen durchsetzten, weitlumigen Parenchymgewebe. Dasselbe wird gleichfalls wie das Schwammparenchym des Blattes von haarartigen Idioblasten durchsetzt.

Die in einem Kreise angeordneten Gefässbündel werden von einer gemeinsamen Endodermis umgeben. Sie haben bikollaterale Anordnung; der Phloemteil liegt an der Innen- und Aussenseite des Xylems. Die Gefässe sind Ring- und Spiralgefässe mit kreisrunder Perforation.

Das Mark ist ein loses, weitlumiges Parenchymgewebe, in welches unentwickelte Idioblasten eingebettet sind. Dieselbe sind verholzte Zellen, deren Wandungen an einigen Stellen Verdickungen zeigen, aus denen später die haarartigen Verlängerungen entstehen.

Wurzel.

Die Epidermiszellen haben gleiche Gestalt und Grösse wie die des Blattes und Stengels. Die Rinden-

schicht besteht aus einigen Reihen runder, schwach verdickter Zellen und einem von grossen Intercellularräumen durchsetzten Parenchymgewebe, das in gleicher Weise von Idioblasten durchsetzt ist wie das Rindenparenchym des Stengels.

Die Endodermis umschliesst den axilen Gefässbündelcylinder, welcher konzentrische Anordnung hat. Die nach der Peripherie zu gelegenen Gefässe sind meist englumiger und Spiralgefässe, die nach der Mitte zu gelegenen, weitlumiger und Netzgefässe.

Das Mark fehlt.

Resultate:

Nach solchen Untersungsergebnissen darf man wohl mit Recht die in der Einleitung aufgestellte Frage:

Giebt es für die ganze Familie, die einzelnen Gattungen und Arten der Gentianaceen charakteristische anatomische Merkmale?

bejahend beantworten können.

Mit Ausnahme der Tribus der Menyantheen, die als Wasserpflanzen, wie bereits verschiedentlich schon festgestellt ist, einen von den übrigen Gentianaceen vollständig verschiedenen Bau aufzuweisen haben, existieren sowohl für die ganze Familie wie für einzelne Gattungen einheitliche anatomische Merkmale, vermöge welcher eine Zugehörigkeit derselben zur ganzen Familie festgestellt werden kann.

Gemeinsame charakteristische Merkmale für die ganze Familie mit Ausnahme der Menyantheen bilden:

1) Das Auftreten des intraxylären Phloems.
2) Die einfache Perforation der Gefässe.
3) Die teilweise Hoftüpfelung des Holzprosenchyms.
4) Das Fehlen jeglicher Haargebilde auf Blatt und Stengel.
5) Das Fehlen von Krystallgebilden sowohl im Assimilationsgewebe der Blätter wie im Grundgewebe der Stengel.

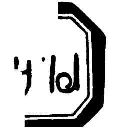
Die vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität Erlangen angefertigt. Für die gütige Anleitung und Belehrung, die mir hierbei von Herrn Professor Dr. Reess zu teil wurde, erlaube ich mir, meinen innigsten Dank auszuprechen.

Auch danke ich Herrn Dr. Becker für die mir in jeder Hinsicht geleistete Mithilfe.

Lebenslauf.

Ich, Friedrich, Robert, Wilhelm Bötticher evangel.-luth. Konf., wurde am 3. Juli 1869 zu Spremberg i./L. als Sohn des dortigen Apothekenbesitzers Robert Bötticher geboren. Nach einer dreijährigen Vorbereitung in einer Privatschule wurde ich Ostern 1879 in das Königliche Gymnasium zu Dresden-Neustadt aufgenommen und besuchte diese Anstalt bis zum Jahre 1886. Hiernach widmete ich mich der Pharmazie und bezog nach einer sechsjährigen theoretisch-praktischen Ausbildung im Sommersemester 1892 die Universität Erlangen. Im Wintersemester 1893/94 bestand ich das pharmazeutische Staatsexamen mit Note I und widmete mich nach dieser Zeit ausschliesslich botanischen Studien in den Instituten der Herren Professoren Reess-Erlangen und Pfeffer-Leipzig.

Während meines siebensemestrigen Studiums hörte die Vorlesungen der Herren Professoren: Reess, Pfeffer, Hilger, Fischer, Beckmann, Paal, Wiedemann, Oebbeke.



DATE	ISSUED TO

